

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-266134

(43)Date of publication of application : 30.10.1990

(51)Int.Cl.

F16F 9/04

F16F 15/03

F16F 15/04

(21)Application number : 01-086450

(71)Applicant : EBARA RES CO LTD

(22)Date of filing : 04.04.1989

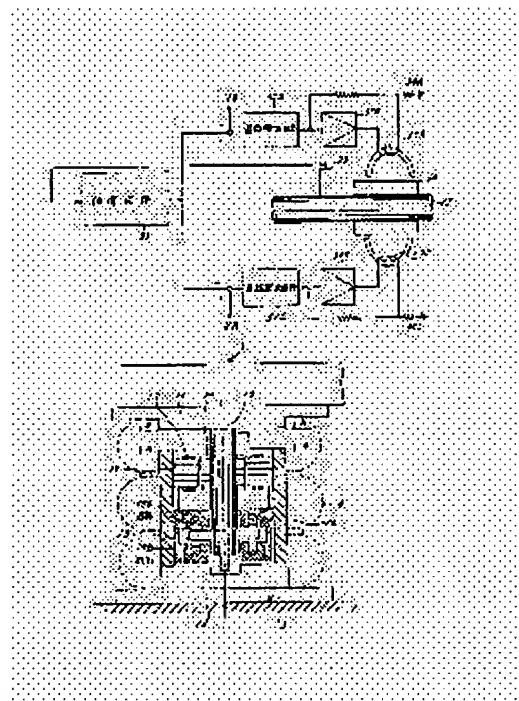
(72)Inventor : KANEMITSU YOICHI

(54) DAMPING DEVICE FOR VIBRO-ELIMINATING BED

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve vibro-eliminating effect by attaching a yoke rod made of magnetic material to a vibro-eliminating floor plate, installing a yoke plate made of this magnetic material in the tip, and installing a damping controller equipped with a fixed electromagnet, an acceleration sensor, a compensation circuit and a power amplifier in a vibro-isolator such as an air spring or the like.

CONSTITUTION: A rod member 13 is locked to an air spring mounting member 11, a magnetic material-make type 14 is attached to this rod member 13, and a magnetic material-make yoke plate 15 is locked to a tip of the rod member 13. An electromagnet stator 16 is locked to a casing 18 attached to a mounting member 12 as opposed to the yoke 14, and other electromagnet stators 19a, 19b are installed in it as well, having each of exciting coils 20a, 20b. Vibro- acceleration in the rod member 13 is detected by an acceleration sensor 21, leading it into a compensation circuit 13, and then it is led into power amplifiers 33a, 33c, by way of detection circuits 32a, 32c, thereby generating a specified current in exciting coils 17A, 17C. Therefore magnetic attraction is produced in a gap with the yoke 14, whereby motion of the rod member 13 is controlled, thus a vibro-eliminating effect of extensive frequency is securable.



PAT-NO: JP402266134A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 02266134 A
TITLE: DAMPING DEVICE FOR VIBRO-ELIMINATING
BED
PUBN-DATE: October 30, 1990

INVENTOR- INFORMATION:
NAME
KANEMITSU, YOICHI

ASSIGNEE- INFORMATION:
NAME EBARA RES CO LTD COUNTRY N/A

APPL-NO: JP01086450

APPL-DATE: April 4, 1989

INT-CL (IPC): F16F009/04, F16F015/03 , F16F015/04

US-CL-CURRENT: 188/163

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve vibro-eliminating effect by attaching a yoke rod made of magnetic material to a vibro-eliminating floor plate, installing a yoke plate made of this magnetic material in the tip, and installing a damping controller equipped with a fixed electromagnet, an acceleration sensor, a compensation circuit and a power amplifier in a vibro-isolator such as an air spring or the like.

CONSTITUTION: A rod member 13 is locked to an air spring mounting member 11,

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve vibro-eliminating effect by attaching a yoke rod made of magnetic material to a vibro-eliminating floor plate, installing a yoke plate made of this magnetic material in the tip, and installing a damping controller equipped with a fixed electromagnet, an acceleration sensor, a compensation circuit and a power amplifier in a vibro-isolator such as an air spring or the like.

CONSTITUTION: A rod member 13 is locked to an air spring mounting member 11, a magnetic material-make type 14 is attached to this rod member 13, and a magnetic material-make yoke plate 15 is locked to a tip of the rod member 13. An electromagnet stator 16 is locked to a casing 18 attached to a mounting member 12 as opposed to the yoke 14, and other electromagnet stators 19a, 19b are installed in it as well, having each of exciting coils 20a, 20b. Vibro-acceleration in the rod member 13 is detected by an acceleration sensor 21, leading it into a compensation circuit 13, and then it is led into power amplifiers 33a, 33c, by way of detection circuits 32a, 32c, thereby generating a specified current in exciting coils 17A, 17C. Therefore magnetic attraction is produced in a gap with the yoke 14, whereby motion of the rod member 13 is controlled, thus a vibro-eliminating effect of extensive frequency is securable.

COPYRIGHT: (C)1990, JPO&Japi

⑫ 公開特許公報 (A) 平2-266134

⑬ Int. Cl.⁵F 16 F 9/04
15/03
15/04

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)10月30日

G
A8714-3 J
6581-3 J
6581-3 J

審査請求 有 請求項の数 4 (全9頁)

⑮ 発明の名称 除振台用制振装置

⑯ 特 願 平1-86450

⑰ 出 願 平1(1989)4月4日

⑱ 発明者 金光陽一 神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株式会社荏原総合研究所内

⑲ 出願人 株式会社荏原総合研究所 神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号

⑳ 代理人 弁理士 熊谷 隆 外1名

明細書

1. 発明の名称

除振台用制振装置

2. 特許請求の範囲

(1) 除振台床板を懸架して、除振台設置床からの激振動を遮断するバネ作用を有する防振装置において、防振装置に併設して、前記除振台床板或いは除振台設置床のいずれかに該除振台設置床或いは除振台床板に向かう磁性材製の磁鉄棒を取り付けると共に、該磁鉄棒の先端に磁性材製の磁鉄平板を取り付け、該磁鉄棒及び磁鉄平板から間隙を設けて、前記除振台床板及び除振台設置床の内前記磁鉄棒を取り付けていない部材に固定し且つ前記磁鉄棒及び磁鉄平板に直交する向きの起磁力を発生する励磁コイルを備えた固定電磁石と、前記除振台床板の加速度を検知する加速度センサを備え、該加速度センサからの出力を一定とするように前記磁鉄棒及び磁鉄平板と前記固定電磁石との間に作用する磁気吸引力を制御する補償回路と電力増幅器を有する制御装置を具備する制振装置

装置を設けたことを特徴とする除振台用制振装置。

(2) 除振台床板を懸架して、除振台設置床からの激振動を遮断する空気バネを用いる防振装置において、前記空気バネの圧力室内に、前記除振台床板の空気バネ取り付け部材或いは前記除振台設置床の空気バネ取り付け部材のいずれかに該除振台設置床の空気バネ取り付け部材或いは除振台床板の空気バネ取り付け部材に向かう磁性材製の磁鉄棒を取り付けると共に、該磁鉄棒の先端に磁性材製の磁鉄平板を取り付け、該磁鉄棒及び磁鉄平板から間隙を設けて、前記除振台床板の空気バネ取り付け部材及び前記除振台設置床の空気バネ取り付け部材の内前記磁鉄棒を取り付けていない部材に固定し、且つ前記磁鉄棒及び磁鉄平板に直交する向きの起磁力を発生するコイルを備えた固定電磁石と、前記除振台床板の加速度を検知する加速度センサを備え、該加速度センサからの出力を一定とするように前記磁鉄棒及び磁鉄平板と前記固定電磁石との間に作用する磁気吸引力を制御す

る補償回路と電力増幅器を有する制御装置を具備する制振制御装置を設けたことを特徴とする除振台用制振装置。

(3) 前記制御装置の補償回路において、前記除振台床板の加速度、速度、変位に対し、それぞれ $\alpha_1 \times M$ (M は除振台床板の防振装置一個当たりの質量)、 $\alpha_2 \times C$ (C は防振装置の減衰係数)、 $\alpha_3 \times K$ (K は防振装置のバネ定数) の磁気吸引力を前記除振台床板にフィードバックする制御回路のフィードバック係数 α_1 、 α_2 、 α_3 を 1.0 以上としたことを特徴とする請求項(1)又は(2)記載の除振台用制振装置。

(4) 前記制御装置の補償回路において、前記励磁コイルの電流を検知する抵抗器を該励磁コイルと接地の間に接続し、該抵抗器からの信号を電力増幅器の入力にフィードバックすることを特徴とする請求項(1)又は(2)記載の除振台用制振装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は半導体製造装置や電子顕微鏡等、設置

床からの振動により製品の歩留まりや測定観測精度上に悪影響を与える設備の設置床からの振動を遮断する高精度の除振台用制振装置に関するものである。

〔従来技術〕

半導体製造装置や電子顕微鏡等は、設置床からの振動により製品の歩留まりや測定観測精度上に悪影響を与えるので、設置床の振動を遮断するために防振装置を用いている。この防振装置としては除振台床板を防振ゴムや空気バネで支持し、設置床の振動が除振台床板に伝わらないようにしたものがあった。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記の如く、防振ゴムや空気バネを用いて、鉛直方向に支持した除振台においては、バネマスの共振系を形成する。従って、該共振周波数よりもかなり高い周波数では、除振効果があるが、共振周波数以下の周波数では、除振効果はまったく無い。また、これらの支持材料は、支持方向よりも大きい横剛性を持つので、鉛直方向の支持に

- 3 -

おいても、水平方向にも共振系を形成する。その水平方向の固有振動数は、鉛直方向と同等か高いので、水平方向の除振効果は鉛直方向のそれよりも劣る。ところで建物の水平方向の固有振動は鉛直方向よりも低く、地盤の水平方向常時微動を伝達するので、半導体製造装置や電子顕微鏡などを設置するための除振台においては、特に水平方向の除振効果が要求されている。また、水平方向あるいは鉛直方向の除振効果の改善のため、空気バネとともに電磁ソレノイドや油圧空気圧のシリンダをアクチュエータとして、能動制御を行なっている例もあるが、この場合には、アクチュエータの特性から、制御方向に対して直角な 2 方向に何らかの拘束を与えることになり、制御方向以外の方向の除振効果を減殺する。

本発明は上述の点に鑑みてなされたもので、除振台床板を懸架して、除振台設置床からの微振動を遮断する防振ゴムや空気バネ等を用いるバネ作用を有する防振装置に併設して磁気吸引形の制振装置を設け、高い除振作用を有する除振台用制振

- 4 -

装置を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

上記課題を解決するため本発明は、除振台用制振装置を下記の如く構成した。

除振台床板を懸架して、除振台設置床からの微振動を遮断するバネ作用を有する防振装置において、防振装置に併設して、除振台床板或いは除振台設置床のいずれかに該除振台設置床或いは除振台床板に向かう磁性材製の磁鐵棒を取り付けると共に、該磁鐵棒の先端に磁性材製の磁鐵平板を取り付け、該磁鐵棒及び磁鐵平板から間隙を設けて、除振台床板及び除振台設置床の内蔵磁鐵棒を取り付けていない部材に固定し、且つ磁鐵棒及び磁鐵平板に直交する向きの吸引力を発生する励磁コイルを備えた固定電磁石と、除振台床板の加速度を検知する加速度センサを備え、該加速度センサからの出力を一定とするように磁鐵棒及び磁鐵平板と固定電磁石との間に作用する磁気吸引力を制御する補償回路と電力増幅器を有する制御装置を具備する制振制御装置を設けたことを特徴とす

る。

また、前記空気バネの圧力室内に、除振台床板の空気バネ取り付け部材或いは除振台設置床の空気バネ取り付け部材のいずれかに磁性材製の継鉄棒を取り付けると共に、該継鉄棒の先端に磁性材製の継鉄平板を取り付け、該継鉄棒及び継鉄平板から間隙を設けて、除振台床板の空気バネ取り付け部材及び除振台設置床の空気バネ取り付け部材の内継鉄棒を取り付けていない部材に固定し、且つ継鉄棒及び継鉄平板に直交する向きの起磁力を発生するコイルを備えた固定電磁石と、前記加速度センサからの出力を一定とするように継鉄棒及び継鉄平板と前記固定電磁石との間に作用する磁気吸引力を制御することを特徴とする。

また、前記制御装置の補償回路において、除振台床板の加速度、速度、変位に対し、それぞれ $\alpha_1 \times M$ (M は除振台床板の防振装置一個当たりの質量)、 $\alpha_2 \times C$ (C は防振装置の減衰係数)、 $\alpha_3 \times K$ (K は防振装置のバネ定数) の磁気吸引力を除振台床板にフィードバックする制御回

路のフィードバック係数 α_1 、 α_2 、 α_3 を 1.0 以上としたことを特徴とする。

また、前記制御装置の補償回路において、励磁コイルの電流を検知する抵抗器を該励磁コイルと接地の間に接続し、該抵抗器からの信号を電力増幅器の入力にフィードバックすることを特徴とする。

〔作用〕

上記の如く、防振ゴムや空気バネ等のバネ作用を有する防振装置に併設して、磁気吸引形の制振制御装置を設け、除振台床板の加速度を検知する加速度センサからの出力を一定とするように継鉄棒及び継鉄平板と固定電磁石との間に作用する磁気吸引力を制御するので、防振装置の共振周波数以下の周波数でも除振できると共に水平方向の除振作用も向上するから、高い除振効果を有する除振動台を実現できる。

また、補償回路の磁気吸引力を除振台床板にフィードバックする制御回路のフィードバック係数 α_1 、 α_2 、 α_3 を 1.0 以上とすることにより、

- 7 -

後に詳述するように、固有振動数以下の周波数における制振効果が顕著となる。

また、励磁コイルの電流を検知する抵抗器を該励磁コイルと接地の間に接続し、該抵抗器からの信号を電力増幅器の入力にフィードバックするので、電力増幅器のスルーレイ特が大きくなり、励磁コイルに電力増幅器の入力電圧に比例した電流が流れようになる。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

第1図は本発明に係る除振台用制振装置の構造を示す図である。同図において、1は除振台床板、2は除振台設置床であり、該除振台床板1は空気バネ3、4に懸架され除振台設置床2の上に支持されている。空気バネ4の圧力室内に前記除振台床板1の空気バネ取り付け部材11に除振台設置床2の空気バネ取り付け部材12の方向に向か直角に棒部材13を固定すると共に、棒部材13の所定位置に珪素鋼板等の磁性材料からなる継

- 8 -

鉄14を固定し、さらに棒部材13の先端に同じく磁性材料からなる継鉄平板15が固定している。継鉄14と対向して、空気バネ取り付け部材12に取付けられたケーシング18には電磁石固定子16が固定され、この電磁石固定子16には電磁石に起磁力を与える励磁コイル17が取付けられている。この水平面上の励磁コイル17は棒部材13の水平方向の振動を制御するためのものであり、制御の必要性に応じて第2図に示すように、一对の励磁コイル17Aと励磁コイル17Cを対向して配置し、該励磁コイル17Aと励磁コイル17Cを結ぶ直線Xと直交するY方向に一对の励磁コイル17Bと励磁コイル17Dに対向して配置する場合もある。即ち直交する2方向の制御のために2組の対向する励磁コイルを設けることもある。継鉄平板15の上下両面に対向して、前記ケーシング18に固定された電磁石固定子19a、19bが設けられており、該電磁石固定子19a、19bのそれぞれにはこの電磁石に起磁力を与える励磁コイル20a、20bが設けられ

ている。なお、21は除振台床板1の水平方向の加速度を検出する加速度センサ、22は除振台床板1の鉛直方向の加速度を検出する加速度センサである。また、加速度センサ21は水平方向の制御に応じて第3図に示すようにX、Yの直交する方向に2個の加速度センサ21A、21Bを設ける。上記構造の除振台用制振装置において、除振台設置床2が振動すると、空気バネ4のバネ特性に従って除振台床板1が加振される。この時の除振台床板1の加速度を加速度センサ21及び加速度センサ22で検出する。

加速度センサ21及び加速度センサ22で検出した除振台床板1の加速度に基づき、磁気吸引力を発生して除振台床板1の振動を制御する制御装置の構成例を第4図と第5図に示す。第4図は電力増幅器の電源として片電源を用いた場合の制御装置の構成を示すブロック図であり、第5図は電力増幅器の電源として両電源を用いた場合の制御装置の構成を示すブロック図である。

第4図に示す構成の制御装置において、除振台

床板1に固定した棒部材13の加速度を加速度センサ21で検出し、補償回路31に導く。この補償回路31からの出力信号をバイアス磁界を作るための信号V_bを加算して直線検波回路32aに導き、+側の電圧の信号を得る。また、補償回路31から出力信号を反転した信号にバイアス磁界を作るための信号V_bを加算して直線検波回路32cに導き、+側電圧の信号を得る。この直線検波回路32a、32cからの出力信号をそれぞれ片電源の電力増幅器33a、33cに導き、励磁コイル17A、17Cに所定の電流を供給し、継鉄14との間に磁気吸引力を発生させ、除振台床板1に固定した棒部材13の動きを制御する。また、電力増幅器33a、33cのスルーレイトを大きくし、励磁コイル17A、17Cに電力増幅器33a、33cの入力電圧に比例した電流が流れるようにこれら電力増幅器33a、33cの特性を改善するため、励磁コイル17A、17Cのそれぞれと接地の間に電流を検知する抵抗器34a、34cを接続し、この抵抗器34a、34c

-11-

からの信号を電力増幅器33a、33cの入力にフィードバックする。

第5図に示す構成の制御装置において、除振台床板1に固定した棒部材13の加速度を加速度センサ21で検出し、補償回路31に導く。この補償回路31からの出力信号を両電源の電力増幅器33に導き、2つの励磁コイル17A、17Cに所定の電流を供給すると同時に、バイアス磁界用の励磁コイル17E、17Fに電力増幅器33eから直流電圧を供給し、バイアス磁界を作る。励磁コイル17A、17Cは一方のコイルには磁界を強くするよう、他方には磁界を弱めるように電流を流す。この磁界により、電磁石固定子16と継鉄14との間に磁気吸引力を発生させ、除振台床板1に固定し棒部材13の動きを制御する。また、電力増幅器33のスルーレイトを大きくし、励磁コイル17A、17Cに電力増幅器33の入力電圧に比例した電流が流れるように電力増幅器33a、33cの特性を改善するため、励磁コイル17Aと17Cの直列回路と接地の間に電

-12-

流を検知する抵抗器34を接続し、この抵抗器34からの信号を電力増幅器33の入力にフィードバックする。

以下、上記第4図及び第5図に示す構成の制御装置の制振作用について詳細に説明する。先ず、第6図に示すように、空気バネ3、4で除振台設置床2に支持された除振台床板1において、除振台設置床2が変動加速度a₁で振動する場合の除振台床板1の振動加速度a₂について検討する。除振台床板1の質量をM₁、空気バネ3、4のバネ定数K₃、減衰係数C₃と置くと、この系は第7図に示すようになる。この系の固有振動数をΩ₁と置くと、a₂/a₁の伝達関数のゲインは、第8図のようになり、固有振動数をΩ₁以下の周波数領域では全く制振効果がない。特に固有振動数Ω₁の付近においては逆にゲインは1より大きくなる。この除振台床板1の振動系をブロック図で示すこと、第10図のIに示すようになる。除振台床板1の制振効果を図るために、この制御対象Iに同図のIIに示すコントローラを付加することにす

る。ここでフィードバックゲイン $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ は 1.0 以上に設定する。この制御対象 I に II を付加したシステム a_1/a_2 の伝達関数のゲインは第 9 図に示すようになる。同図においてはフィードバックゲイン α_1 を略 1.0 に選んだので、固有振動数 Ω_n 以下の周波数において a_1/a_2 の伝達関数のゲインは -20 dB になり、制振効果が顕著になる。この系の固有振動数 Ω_n は略

$$1/(2\pi\sqrt{(\alpha_1 \times K_1) / (\alpha_2 \times M_1)})$$

とすることができるので、除振台床板 1 を空気バネ 3, 4 のみにより支持した場合の固有振動数よりも小さくでき、制振効果が大きくなる。

上記第 1 図に示す除振台用制振装置の構造において、空気バネ 3, 4 で支持される除振台床板 1 の振動系をプロック図で示すこと、第 10 図の I に示すようになるから、棒部材 1.3 の織鉄 1.4 と励磁コイル 1.7 の間及び織鉄平板 1.5 と電磁石固定子 1.9a, 1.9b の間に作用する磁気吸引力の制御を第 10 図の II の制御系とすることにより、空気バネ 3, 4 により支持した場合の固有振動数

よりも小さくでき、制振効果が大きくなる。即ち、第 4 図及び第 5 図の補償回路 3.1 の特性を第 10 図のブロック II で示すような特性とすることにより、制振効果が大きくなる。

なお、上記実施例では、除振台床板 1 の空気バネ取り付け部材 1.1 に棒部材 1.3 と織鉄 1.4 を有する織鉄棒を設けると共に該織鉄棒の先端に織鉄平板 1.5 を設け、励磁コイル 1.7 と電磁石固定子 1.9a, 1.9b は除振台設置床 2 の空気バネ取り付け部材 1.2 に固定されたケーシング 1.8 に設ける構成としたが、これに限定されるものではなく、棒部材 1.3 と織鉄 1.4 を有する織鉄棒を除振台設置床 2 の空気バネ取り付け部材 1.2 に設けると共に該織鉄棒の先端に織鉄平板 1.5 を設け、励磁コイル 1.7 と電磁石固定子 1.9a, 1.9b は除振台床板 1 の空気バネ取り付け部材 1.1 に設けてもよい。

また、上記実施例では空気バネ 3, 4 の圧力室内に上記構成の磁気吸引力による防振装置を設ける構造としたが、これに限定されるものではなく

- 15 -

く、圧力室の外側に設けても良いことは当然である。

また、除振台床板 1 を懸架し、除振台設置床 2 からの微振動を遮断するバネ作用を有する防振装置としては空気バネに限定されるものではなく、例えば防振ゴムを用いたものでもよい。

[発明の効果]

以上説明したように本発明によれば、防振ゴムや空気バネ等のバネ作用を有する防振装置に併設して、磁気吸引形の制振制御装置を設けるので、防振装置の共振周波数以下の周波数でも除振作用を向上させることができると共に水平方向の除振作用も向上するから、高い除振効果を有する除振台を実現できるという優れた効果が得られる。

また、上記高い除振効果を有する除振台を実現できることにより、半導体製造装置や電子顕微鏡等、設置床からの振動により製品の歩留まりや測定観測精度に悪影響及ぼす問題を改善できるという優れた効果が得られる。

4. 図面の簡単な説明

- 16 -

第 1 図は本発明に係る除振台用制振装置の構造を示す図、第 2 図は第 1 図の A-A 断面矢視図、第 3 図は第 1 図の B-B 断面矢視図、第 4 図は電力増幅器の電源として片電源を用いた場合の制御装置の構成を示すプロック図、第 5 図は電力増幅器の電源として両電源を用いた場合の制御装置の構成を示すプロック図、第 6 図は防振装置に空気バネを用いた除振台を示す図、第 7 図は第 6 図の 1 自由度モデル図、第 8 図はこの除振台の伝達関数のゲイン特性を示す図、第 9 図は本発明の除振台用制振装置においてフィードバックゲイン α_1 を略 1.0 に選定した時の伝達関数のゲイン特性を示す図、第 10 図は本発明の除振台用制振装置を用いた除振台のプロック図である。

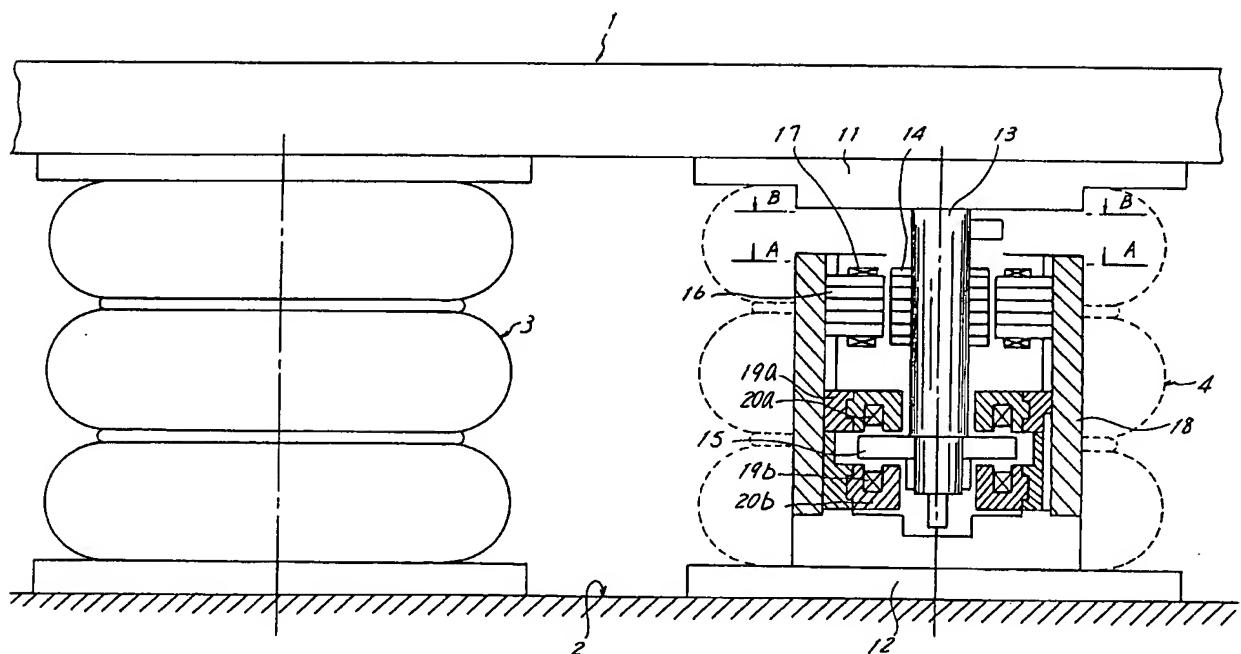
図中、1 ……除振台床板、2 ……除振台設置床、3, 4 ……空気バネ、1.1 ……除振台床板の空気バネ取り付け部材、1.2 ……除振台設置床の空気バネ取り付け部材、1.3 ……棒部材、1.4 ……織鉄、1.5 ……織鉄平板、1.6 ……電磁石固定子、1.7, 1.7A, 1.7B, 1.7C, 1.7D ……

- 17 -

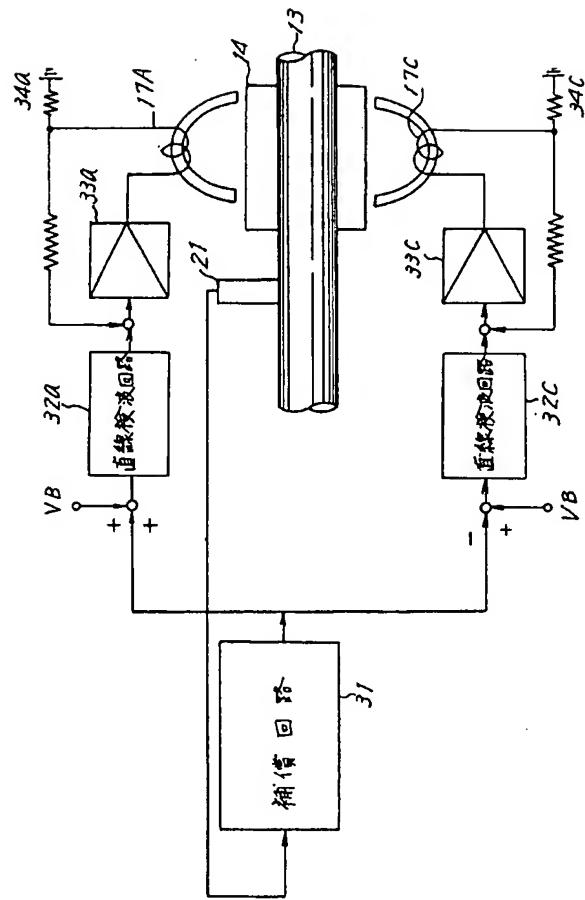
励磁コイル、18…ケーシング、19a, 19b
 b…電磁石固定子、20a, 20b…励磁コ
 イル、21, 21A, 21B…加速度センサ、
 22…加速度センサ、31…補償回路、32
 a, 32c…直線検波回路、33a, 33c,
 33e…電力増幅器、34, 34a, 34c…
 抵抗器。

出願人 株式会社荏原総合研究所 ^名
 代理人 弁理士 熊谷 隆(外1) ^名

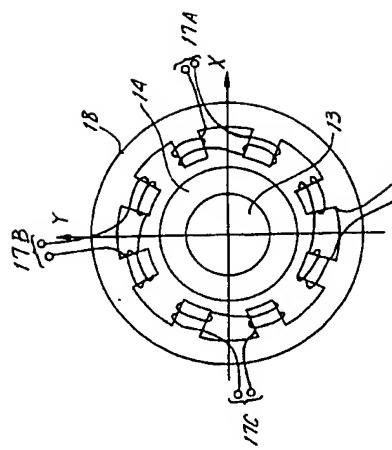
-19-



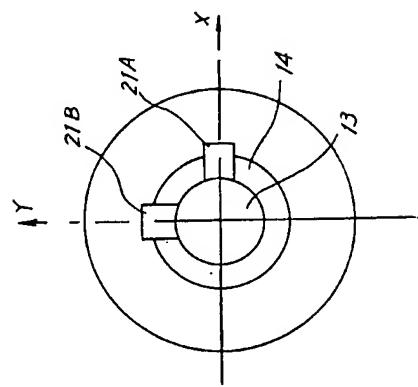
第 1 図



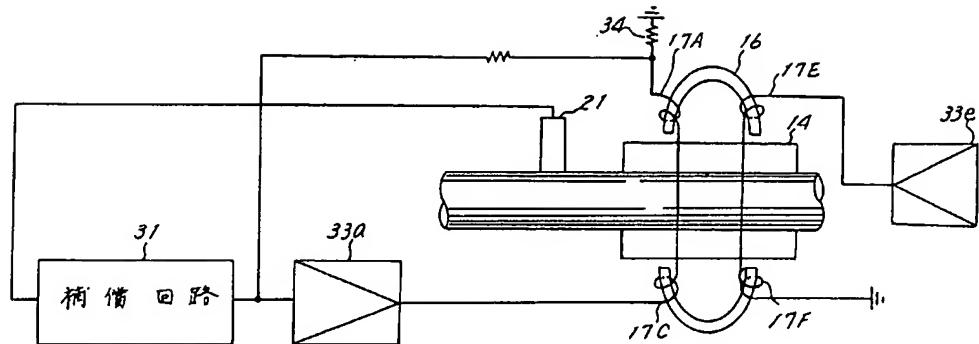
第4図



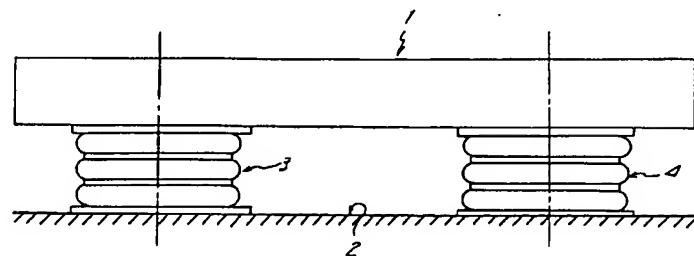
第2図
第1図のA-A断面実視図



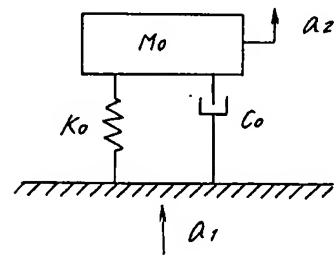
第3図
第1図のB-B断面実視図



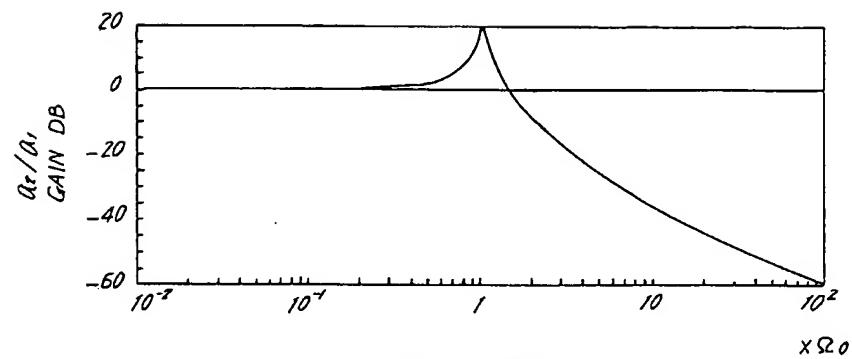
第 5 図



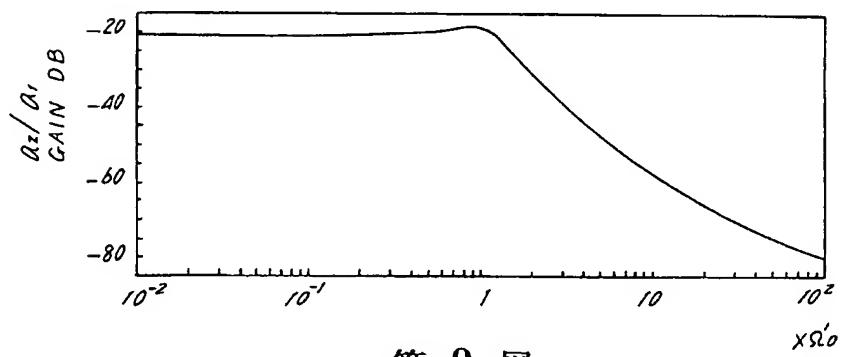
第 6 図



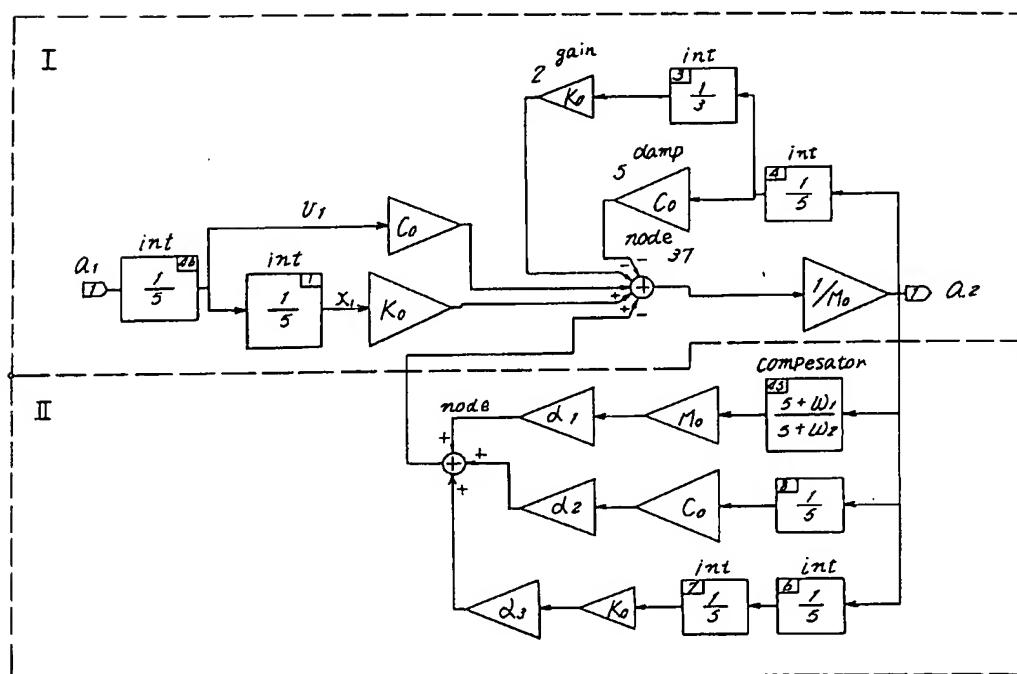
第 7 図



第 8 図



第 9 図



第 10 図